



UNIVALI

**UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ
CURSO DE MESTRADO ACADÊMICO EM
COMPUTAÇÃO APLICADA**

**ARS – UMA ABORDAGEM PARA AUTOMATIZAÇÃO DE
REVISÕES SISTEMÁTICAS DA LITERATURA EM
ENGENHARIA DE SOFTWARE**

Relatório Técnico

Jefferson Seide Molléri
Fabiane Barreto Vavassori Benitti, Dra.

Itajaí (SC), Junho de 2013

SUMÁRIO

1	Introdução.....	4
2	Abordagem Automatizada.....	5
2.1	Fase 1: Planejamento da Revisão.....	6
2.2	Fase 2: Execução da Revisão.....	9
2.3	Fase 3: Análise dos Resultados.....	15
3	Contribuição e Automatização.....	16
4	A Ferramenta.....	20
4.1	Fase 1: Planejamento da Revisão.....	21
4.1.1	Fase de Execução.....	27
4.1.2	Fase de Análise de Resultados.....	32
5	Conclusões.....	35

SUMÁRIO

Data	Versão	Descrição	Alterações da versão anterior
18/mai/2013	0.1	Rascunho	Nenhuma
27/mai/2013	0.2	Estágio de Planejamento	Descrição da estágio de planejamento na ferramenta ARS, e inclusão de ilustrações da mesma
16/jun/2013	0.3	Estágio de Execução e Análise de Resultados	Descrição dos estágios de Execução e Análise de Resultados na ferramenta ARS, e inclusão de ilustrações

1 INTRODUÇÃO

A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) é definida como uma metodologia empírica de pesquisa que tem por objetivo reunir e avaliar as evidências disponíveis referentes a um tema de pesquisa específico (BIOLCHINI *et al.*, 2007). RSL são um instrumento fundamental para a pesquisa e a prática baseada em evidências, visto que o volume de estudos primários a serem considerados pelos pesquisadores permanece em constante expansão (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007).

Apesar de sua importância, o processo de RSL não é uma tarefa fácil, pois utiliza conceitos específicos geralmente desconhecidos para pesquisadores não familiarizados a sua metodologia. Mesmo quando realizadas de acordo com as “boas práticas”, carecem de rigor científico na execução das suas diferentes etapas. O processo automatizado de revisão sistemática tem como objetivo uma gestão mais rigorosa e eficaz para a condução desta metodologia, evitando os vieses da revisão assistemática (BIOLCHINI *et al.*, 2005).

Além disso, as revisões sistemáticas requerem consideravelmente mais esforço do que as revisões de literatura tradicionais, visto que fornecem informações sobre variações nos estudos primários em uma ampla variedade de métodos empíricos (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007). Portanto, algumas revisões sistemáticas dependem fortemente de uma infraestrutura computacional para apoiar os seus processos (ZAMBONI *et al.*, 2010). Em vista das dificuldades em aplicar estes métodos de pesquisa empírica, há uma necessidade de investir esforços em ferramentas de suporte para o planejamento e realização de revisões sistemáticas da literatura (BIOLCHINI *et al.*, 2007).

Com base no modelo proposto por Kitchenham (2004), mais tarde melhorado por Kitchenham e Charters (2007), para a condução de RSL em engenharia de software, desenvolvemos um modelo de negócios de suporte a condução de RSL por meio de ferramentas automatizadas, identificadas através de um estudo secundário (MOLLÉRI; BENITTI, 2012).

Este relatório é organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta uma visão geral da abordagem proposta de apoio ao processo de condução de revisões sistemáticas; a seção 3 lista as contribuições esperadas com a automatização em cada fase do processo; e a seção 4 discorre sobre as conclusões obtidas com a proposta da abordagem.

2 ABORDAGEM AUTOMATIZADA

Conforme Kitchenham (2004) e posteriormente por Biolchini (2005), o processo de condução de RSL em engenharia de software envolve três fases principais, cada uma das quais contendo uma série de estágios específicos e atividades discretas a serem realizadas para sua conclusão. É um processo sequencial, onde fases e estágios posteriores dependem dos resultados dos predecessores para sua execução. Desta forma, a fim de apresentar uma visão do processo sob o enfoque da automatização de suas atividades, faz-se necessário a modelagem do mesmo.

Para tanto, adotou-se a *Business Process Modeling Notation* (BPMN, em português Notação de Modelagem de Processos de Negócio) para especificar o processo de condução das revisões sistemáticas. A BPMN fornece uma notação gráfica para a especificação de processos semelhante ao diagrama de atividades da *Unified Modeling Language* (UML), capaz de representar a semântica complexa do processo. A notação é voltada a processos de negócios, mas pode ser utilizada para a modelagem de Arquitetura de Processos (OBJECT MANAGEMENT GROUP, 2011).

A abordagem proposta por este trabalho envolve as três fases do processo apresentadas de modo sucessivo, conforme proposto por Kitchenham (2004), estando o processo contemplado pela abordagem ilustrado na Figura 1. Em cada uma de suas fases são detalhados individualmente os estágios que as compõem, os artefatos que produzem ou utilizam, participantes envolvidos, e os mecanismos para a comunicação entre os participantes. É possível perceber que a completude do processo se dá ao finalizar, de modo sistemático, todas as etapas descritas nesta modelagem.

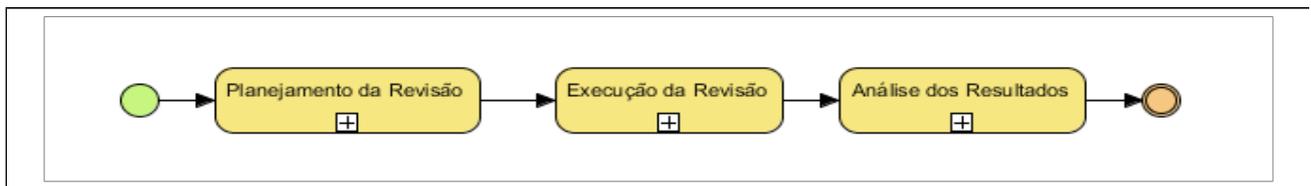


Figura 1. Processo de Condução de Revisões Sistemáticas

No contexto da BPMN, utilizamos os seguintes elementos: (i) eventos e atividades, representando fases ou etapas do processo; (ii) fluxos de sequência, que integram eventos e atividades; (iii) fluxos de comunicação, representando a troca de mensagens entre os participantes; (iv) objetos de dados, representando os artefatos do processo; (v) associações, para conectar ações e artefatos; e (vi) mensagens; conforme detalhados pelo Object Management Group (2011).

2.1 Fase 1: Planejamento da Revisão

O processo inicia com a fase de planejamento da revisão, que envolve cinco estágios distintos, ilustrados na Figura 2. O primeiro, denominado **identificação da revisão** contempla a verificação da originalidade ou posicionamento do trabalho frente a outras pesquisas na mesma área. Nesta abordagem específica, a consulta a um repositório de conhecimento em engenharia de software experimental, como o concebido por Lopes e Travassos (2008), torna-se necessária para garantir a individualidade do estudo proposto.

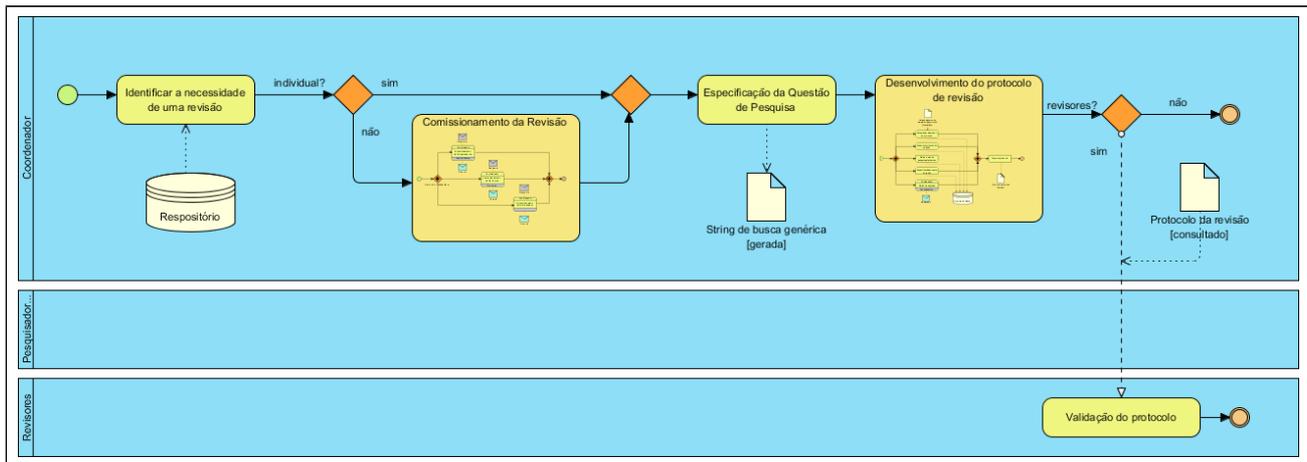


Figura 2. Fase 1: Planejamento da Revisão

É possível ainda, através do repositório, identificar uma RSL a ser repetida em um novo contexto ou iteração, a fim de contribuir com o acúmulo do conhecimento previamente obtido. Este aspecto de repetibilidade constitui, segundo Biolchini *et al.* (2007), numa das premissas básicas para a garantia de qualidade de uma revisão sistemática.

Kitchenham e Charters (2007) sugerem um estágio de **comissionamento da revisão**, opcional, quando da necessidade em se conduzir o processo de RSL por revisores independentes aos envolvidos com a pesquisa. A abordagem proposta neste trabalho requer este estágio do processo sempre que não se tratar de uma revisão individual, permitindo a gestão dos *stakeholders*, conforme detalhado na Figura 3, a saber: (i) o coordenador da pesquisa; (ii) seus pesquisadores associados; (iii) um grupo opcional de revisores e moderadores independentes; e (iv) possíveis interessados a quem não serão atribuídas tarefas no processo. Caso a revisão seja conduzida individualmente, a gestão dos *stakeholders* é suprimida, atribuindo-se ao pesquisador responsável as tarefas de coordenador da pesquisa em conjunto ao pesquisador associado.

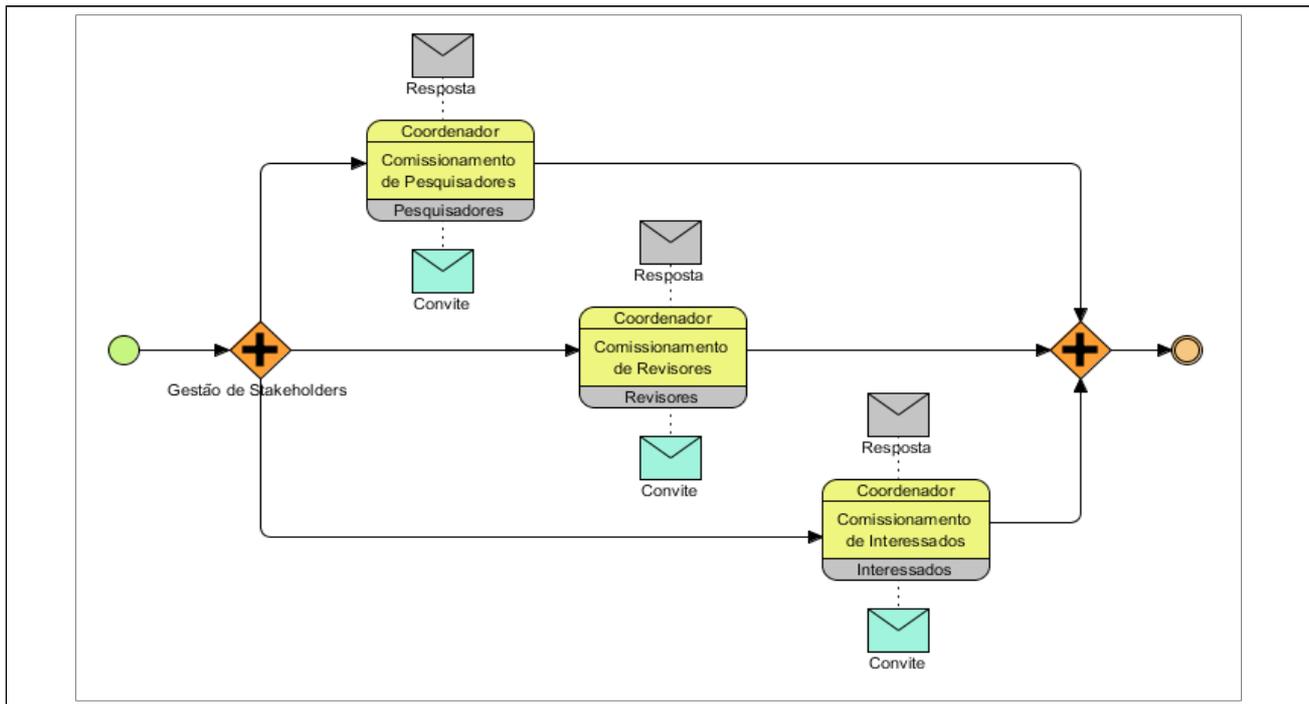


Figura 3. Estágio 1.2: Comissionamento da Revisão

A **especificação das questões de pesquisa** segue a proposta do acrônimo PICOC, conforme descrita por Pai *et al.* (2004), e expandida por Petticrew e Roberts (2006), permitindo o endereçamento de seus cinco componentes (população, intervenção, comparação, resultados e contexto) que fundamentarão a *string* de busca. Objetivando a qualidade do estudo produzido, incentiva-se o preenchimento de todos os componentes, mas é possível realizar estudos secundários com menor formalismo mediante a omissão dos parâmetros de comparação, em revisões de caracterização (TRAVASSOS *et al.*, 2008) e contexto, quando os fatores que contribuem para o sucesso ou fracasso do estudo não são relevantes (PETTICREW; ROBERTS, 2006).

A abordagem proposta deve contribuir ainda para o processo com a geração automática de uma *string* de busca genérica através da concatenação de cada um dos termos propostos para cada componente do PICOC, utilizando-se do operador lógico 'E' ao associar cada qual. O operador lógico 'OR' pode ser utilizado para concatenação de vários termos dentro do mesmo componente da questão de pesquisa. Contudo, esta *string* genérica deve poder ser alterada de acordo com a necessidade do coordenador da pesquisa.

O **desenvolvimento do protocolo de revisão** envolve a documentação dos elementos de protocolo da RSL e algumas informações de planejamento adicionais conforme propostos por

Kitchenham e Charters (2007) em um artefato computacional, a saber: (i) *background* ou visão geral; (ii) questão de pesquisa; (iii) estratégia de pesquisa; (iv) critérios de seleção dos estudos; (v) procedimentos para seleção dos estudos; (vi) procedimentos de avaliação da qualidade dos estudos; (vii) estratégias para extração dos dados; (viii) síntese dos dados extraídos; (ix) estratégia de disseminação; e (x) cronograma do projeto.

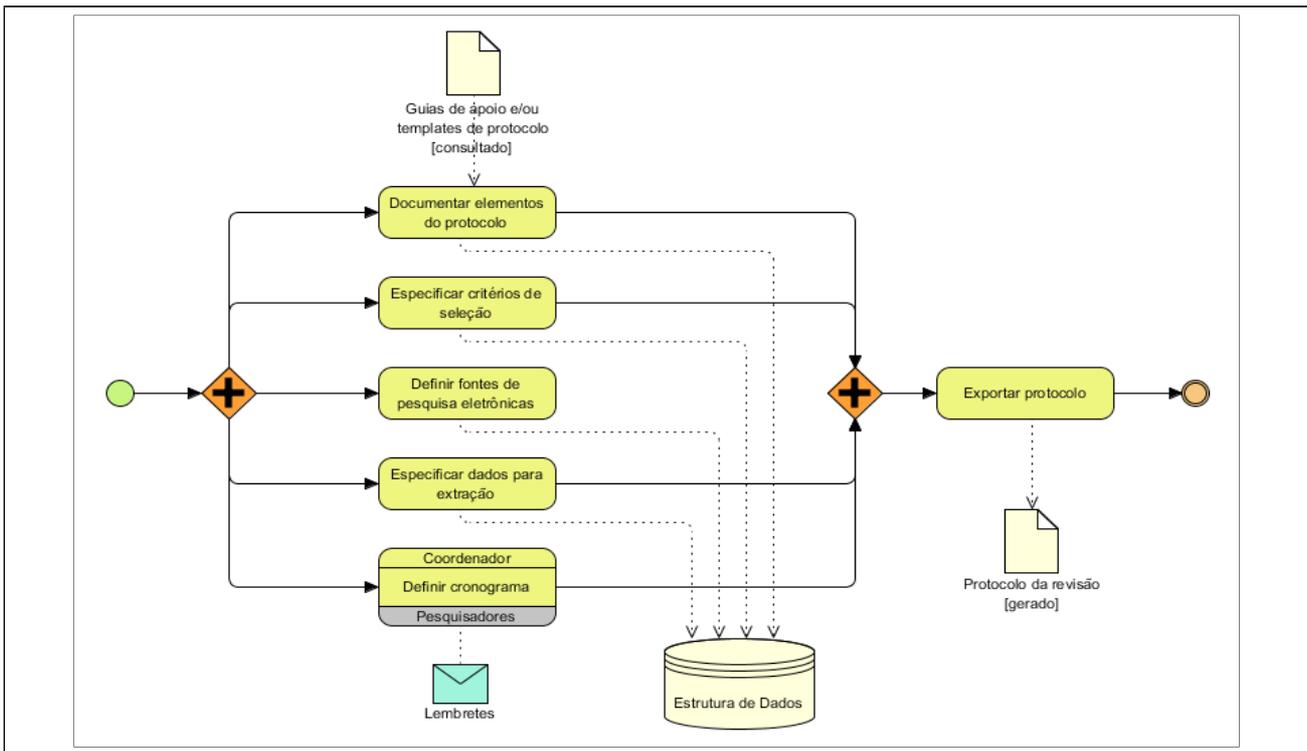


Figura 4. Estágio 1.4: Desenvolvimento do protocolo da revisão

Cada um dos elementos do protocolo deve ser armazenado de modo que possa ser consultado posteriormente. Apesar disso, os critérios de inclusão e de exclusão dos estudos, as fontes eletrônicas de pesquisa, os metadados a serem extraídos e o cronograma devem ser registrados individualmente, em uma estrutura de dados adequada, conforme apresentado na Figura 4. O cronograma deve permitir não só a atribuição de tarefas, como o envio de lembretes aos *stakeholders* informando as datas e tarefas atribuídas. O estágio de desenvolvimento do protocolo envolve ainda a exportação de um documento de protocolo ou plano da revisão contendo os elementos preenchidos na abordagem.

A utilização de guias de apoio ao processo de condução de revisões sistemáticas em engenharia de software, como o de Kitchenham e Charters (2007), ou de *templates* de protocolo de

RSL de Biolchini *et al.* (2005), deve ser considerada como parte integrante deste estágio da abordagem proposta.

Por fim, a **validação do protocolo da revisão** é realizada, quando da existência de um grupo ou indivíduo revisor independente. O protocolo ou plano da revisão é enviado a estes revisores para que façam suas considerações, através da inclusão de comentários nos elementos do artefato de protocolo. Estes comentários são encaminhados novamente ao coordenador da pesquisa para que realize as alterações necessárias e dê prosseguimento ao processo.

2.2 Fase 2: Execução da Revisão

Após a aprovação do protocolo, segue-se a fase de execução, detalhada na Figura 5, que envolve também cinco etapas. Percebe-se que nem todos os estágios presentes nesta fase são executados de forma sequencial, embora haja uma forte dependência dos artefatos mantidos nos estágios iniciais para a execução do processo.

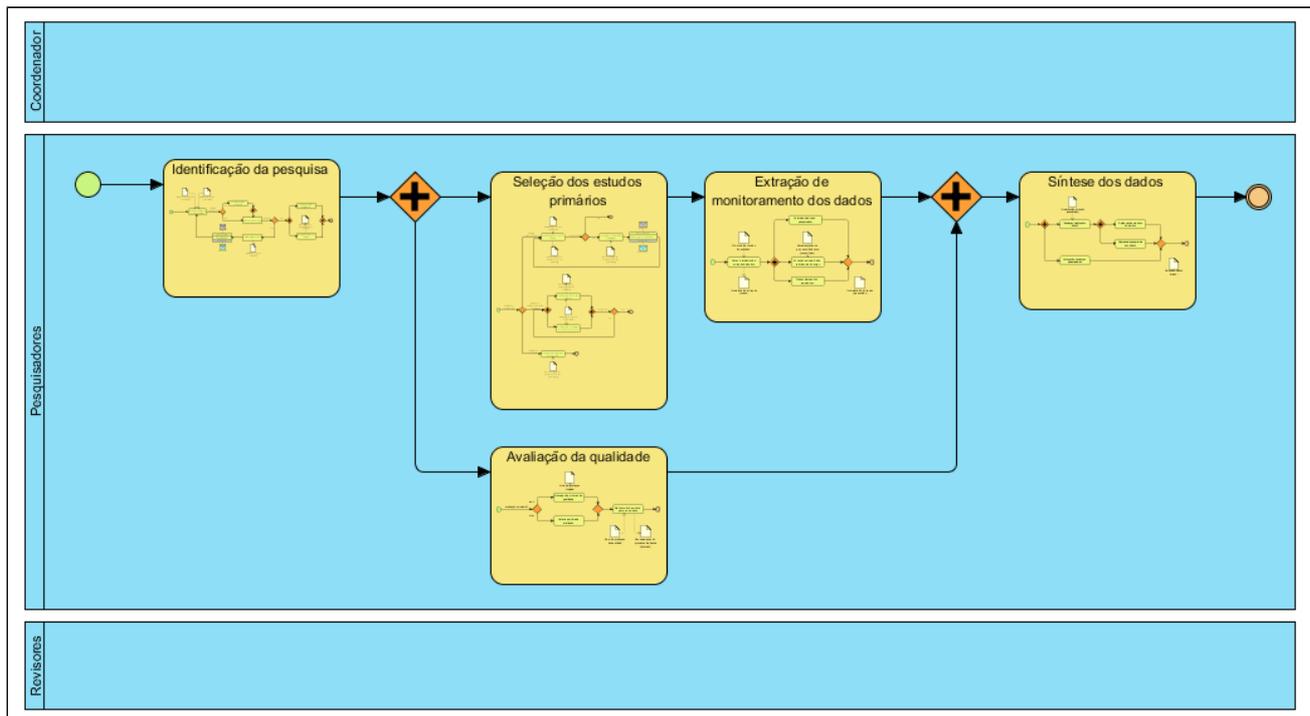


Figura 5. Fase 2: Execução da Revisão

Durante o estágio de **identificação da pesquisa**, detalhado na Figura 6, a abordagem proposta contribui com a geração automatizada de *strings* de busca adequadas a cada base de dados eletrônica a ser utilizada, dentre as sugeridas por Brereton *et al.* (2007) para pesquisas em

engenharia de software. Para isto, faz-se uso da *string* de busca genérica especificada na fase de planejamento (seção 4.1.1) que é formatada segundo os requisitos de cada uma das fontes de pesquisa eletrônica selecionadas no protocolo da revisão. As *strings* podem ainda ser reformuladas pelos pesquisadores para adequarem-se a um formato ou a regras específicas.

Além disto, a abordagem prevê a realização de pesquisas preliminares nestas fontes de pesquisa eletrônicas relacionadas a ES com a finalidade de verificar o volume, a exatidão dos estudos identificados, além dos possíveis vieses nos estudos primários encontrados. Opcionalmente, é possível o cadastro de estudos primários conhecidos como comparação às buscas realizadas, estudos estes que serão visualmente destacados caso identificados nas pesquisas preliminares. Estes estudos serão então analisados pela abordagem, a fim de sugerir novos termos para a composição da *string* de busca através do uso de técnicas de expansão de consulta por mineração de texto (ANANIADOU *et al.*, 2009).

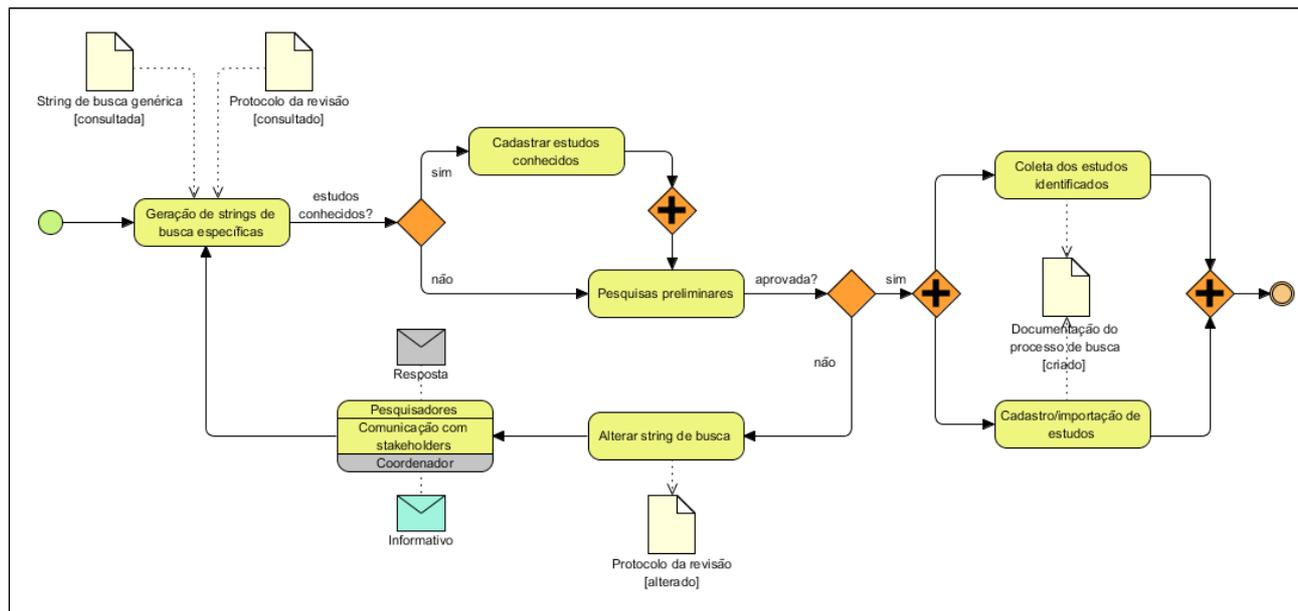


Figura 6. Estágio 2.1: Identificação da Pesquisa

O resultado das pesquisas preliminares podem ocasionar em alterações na *string* e métodos de busca, assim como as fontes de dados a serem utilizadas e outros parâmetros definidos durante o desenvolvimento do protocolo. Deste modo, a abordagem contempla mecanismos que facilitem a comunicação entre os *stakeholders*, a fim de solucionar dúvidas e divergências. Assim que finalizadas as alterações de protocolo decorrentes das pesquisas preliminares, estas podem ser refeitas, permitindo assim o refinamento da *string* e dos métodos de busca até que se atenda os critérios dos

pesquisadores. Caso as pesquisas preliminares identifiquem os estudos adequados, especialmente dentre os estudos conhecidos, dá-se origem a coleta e gestão das referências destes.

A abordagem inclui ainda a gestão das referências dos estudos identificados. Para tanto, funcionalidades de cadastro e importação de referências através de formatos comuns, como BibTex e EndNote devem estar disponíveis, assim como a integração com *Application Programming Interfaces* (API, em português Interface de Programação de Aplicativos) de bases de busca eletrônicas que possuam rotinas para coleta automatizada dos estudos. A abordagem proposta deve ainda armazenar os detalhes dos estudos em um artefato denominado documentação do processo de busca, conforme sugerido por Kitchenhams (2004). Este documento, contendo uma listagem dos estudos primários identificados, servirá de insumo para as etapas posteriores na fase de execução.

A etapa de **seleção dos estudos primários** inclui a classificação dos estudos presentes na documentação do processo de busca a partir dos critérios de inclusão e exclusão dos estudos definidos no protocolo da revisão. Esta seleção pode ser realizada de três modos distintos, conforme ilustrado na Figura 7.

A seleção através de múltiplos pesquisadores é realizada individualmente por cada membro do grupo de pesquisadores associados e as divergências que eventualmente surgirem devem ser discutidas e resolvidas através de consenso ou da intervenção de um mediador ou revisor independente. Para tal, mecanismos de alerta quando da ocorrência de divergências devem integrar a abordagem automatizada. A fim de fornecer dados para auxiliar na resolução dos conflitos, a aplicação de coeficientes estatísticos, como o método Cohen Kappa (COHEN, 1968 *apud* KITCHENHAM; CHARTERS, 2007) devem estar disponíveis como ferramentas de apoio.

Outro modo envolve a realização de testes de confiabilidade entre avaliadores (*inter-rater reliability test*), como citado por Khan, Niazi e Ahmadd (2011), em que um pesquisador primário realiza a seleção dos estudos de forma completa, e uma amostra dos estudos identificados é disponibilizada a um revisor secundário. Este revisor secundário pode ser um membro do grupo de pesquisa, de mediadores ou mesmo o coordenador do estudo. Caso a classificação da amostra coincida com a seleção do pesquisador primário, a seleção é considerada válida. Senão, a seleção dos estudos deve ser refeita para garantir a confiabilidade dos critérios aplicados.

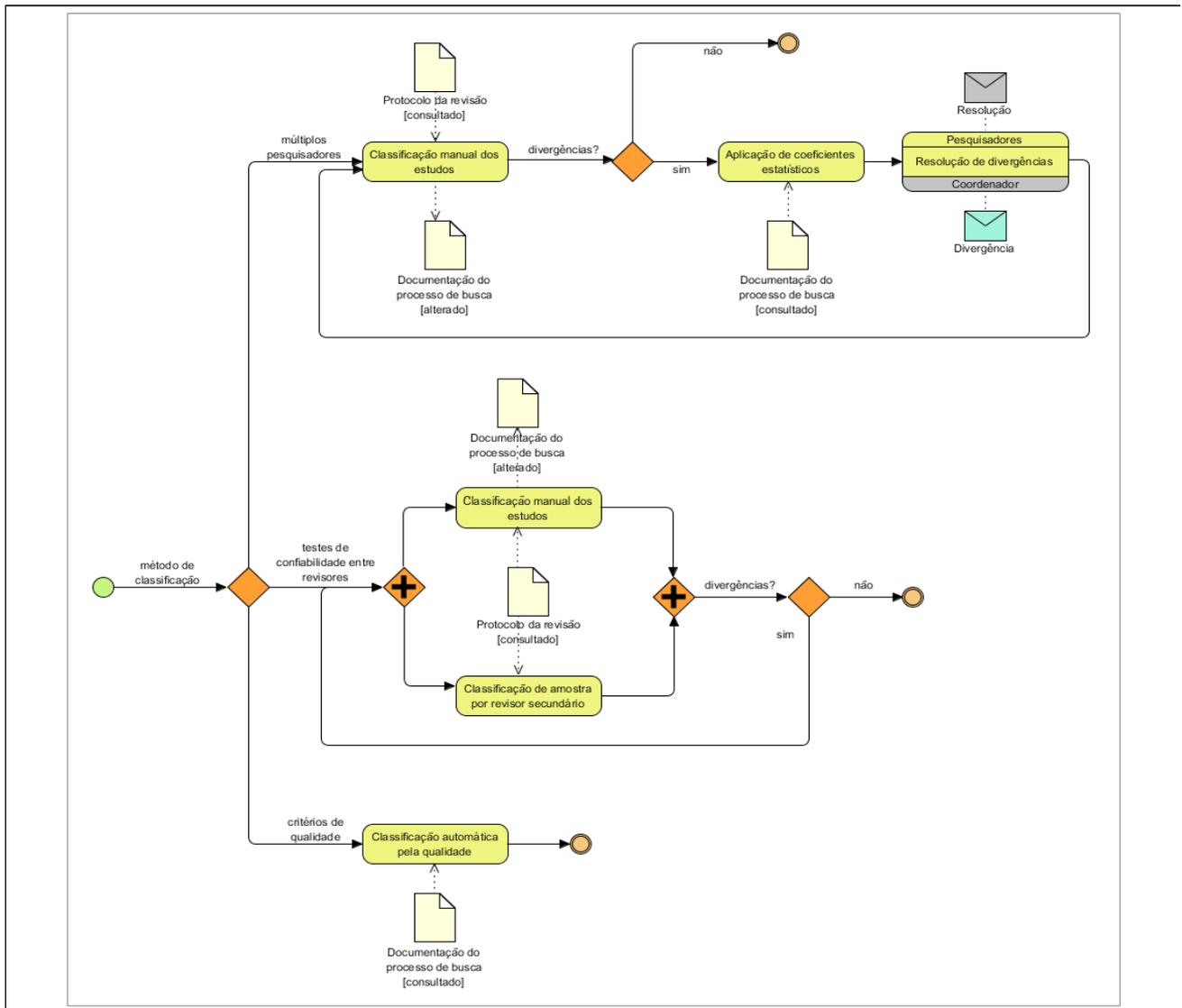


Figura 7. Estágio 2.2: Seleção de estudos primários

Por fim, caso os critérios de avaliação de qualidade dos estudos já tenham sido aplicados, é possível realizar a classificação automática a partir de uma classificação mínima de qualidade aceitável. Detalhes a respeito dos critérios de qualidade são fornecidos no estágio avaliação de qualidade dos estudos, conforme detalhado na Figura 8.

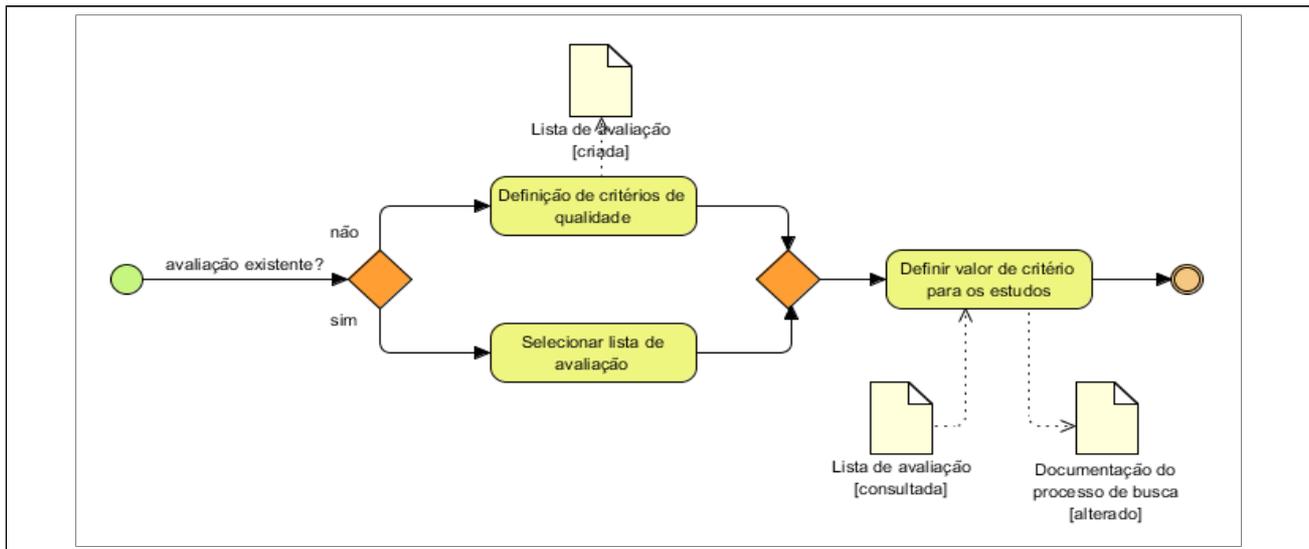


Figura 8. Estágio 2.3: Avaliação da qualidade dos estudos

Durante a **avaliação de qualidade dos estudos**, a abordagem permite a utilização de uma lista com critérios de avaliação que devem ser respondidos, preferencialmente por valores booleanos. Desta forma, o estudo que obtiver uma quantidade maior de respostas verdadeiras, é mais significativo frente a questão de pesquisa. O questionário pode ser aplicado como método de seleção dos estudos, integrando a etapa acima, ou como um complemento, a fim de pontuar os estudos selecionados para a etapa de síntese.

A seleção de modelos de listas de avaliação para estudos em engenharia de software, como a proposta por Dybå e Dingsøy (2008), deve estar disponível como alternativa de critérios de avaliação. Caso opte pela definição de sua própria lista, o coordenador poderá consultar procedimentos de apoio a avaliação, como o CRD Guidelines (KHAN *et al.*, 2000) e o Cochrane Reviewers' Handbook (ALDERSON; GREEN; HIGGINS, 2004), disponíveis como metodologias de apoio a este estágio. Por fim, a documentação do processo de busca é atualizada com a pontuação dos estudos de acordo com os critérios de avaliação.

A etapa de **extração de monitoramento dos dados** envolve o registro de dados específicos de cada estudo que possam ser utilizados para síntese e na fase de resultados da revisão, conforme detalhado na Figura 9. Primeiramente é necessário gerar formulários de extração de dados a partir dos metadados definidos no protocolo da revisão. Alguns dados podem ser extraídos automaticamente a partir dos dados da pesquisa, como nome do revisor e data da revisão, ou a partir das referências do artigo, como é o caso do ano de publicação. Dados específicos ao contexto da

pesquisa requerem a leitura e muitas vezes a interpretação do pesquisador para sua extração. Estes formulários de extração constituem um artefato digital da RSL a ser mantido pelas ferramentas que compõe a abordagem.

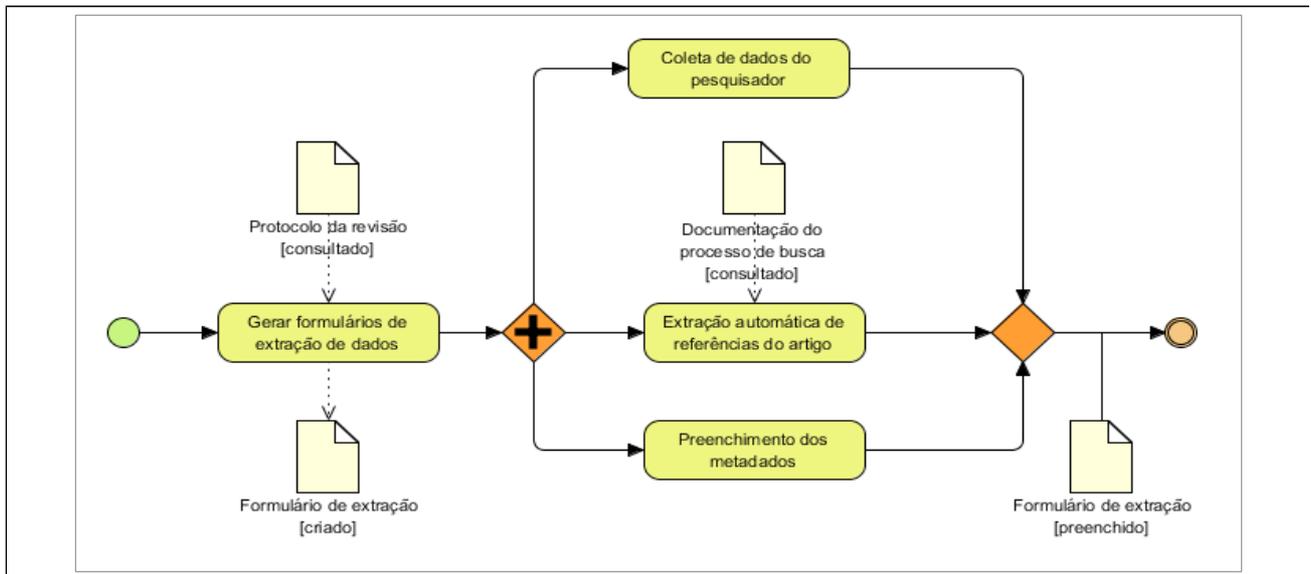


Figura 9. Estágio 2.4: Extração e monitoramento dos dados

Por fim, a **síntese dos dados** contempla a sumarização dos dados extraídos na etapa anterior em forma de tabelas e gráficos que possam demonstrar de forma mais natural os resultados dos estudos primários, conforme ilustrado na Figura 10.

Toda pesquisa deve conter, obrigatoriamente, a tabulação simples dos dados numéricos extraídos de cada estudo. Além disto, a aplicação de métodos estatísticos de efeitos aleatórios ou fixos (PAI, 2004), a representação gráfica dos dados em *forest plots* e/ou outros formatos adequados (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007), e seleção de sentenças proeminentes que forneçam um resumo informativo (FELIZARDO *et al.*, 2009), são tidos como desejáveis a uma revisão sistemática e, portanto, são fornecidos como ferramentas automatizadas de apoio dentro da abordagem proposta.

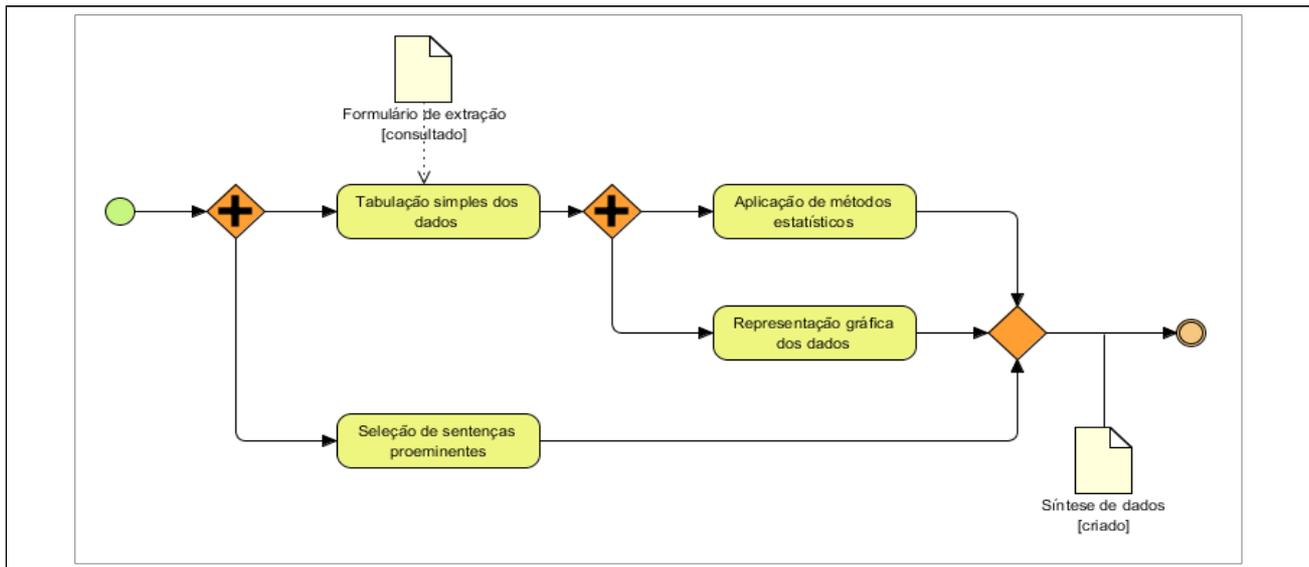


Figura 10. Estágio 2.5: Síntese dos dados

2.3 Fase 3: Análise dos Resultados

A última fase envolve a elaboração de um relatório da pesquisa realizada, sua publicação ou disseminação, conforme ilustrado na Figura 11. O primeiro passo contempla a **especificação de mecanismos de disseminação**, em que se faz necessário definir o formato de publicação, que pode se dar em forma de relatório técnico ou artigo para periódicos ou conferências. Deste modo, espera-se a contribuição da abordagem com modelos para geração automatizada de relatórios, como o proposto por Kitchenham e Charters (2007) ou Biolchini *et al.* (2005). Além de periódicos e conferências, repositórios de conhecimento aos moldes do proposto por Lopes e Travassos (2008) podem ser alvos do registro e disseminação da pesquisa.

A **formatação do relatório principal** é realizada combinando-se o modelo adequado de relatório com os artefatos obtidos da etapa de síntese dos dados. Os pesquisadores devem ser capazes de redigir seções específicas do documento a partir da abordagem, de modo semelhante ao proposto para o planejamento da revisão, descrito na primeira fase do processo. Este estágio envolve ainda a exportação de um documento de relatório contendo as seções redigidas pelos pesquisadores.

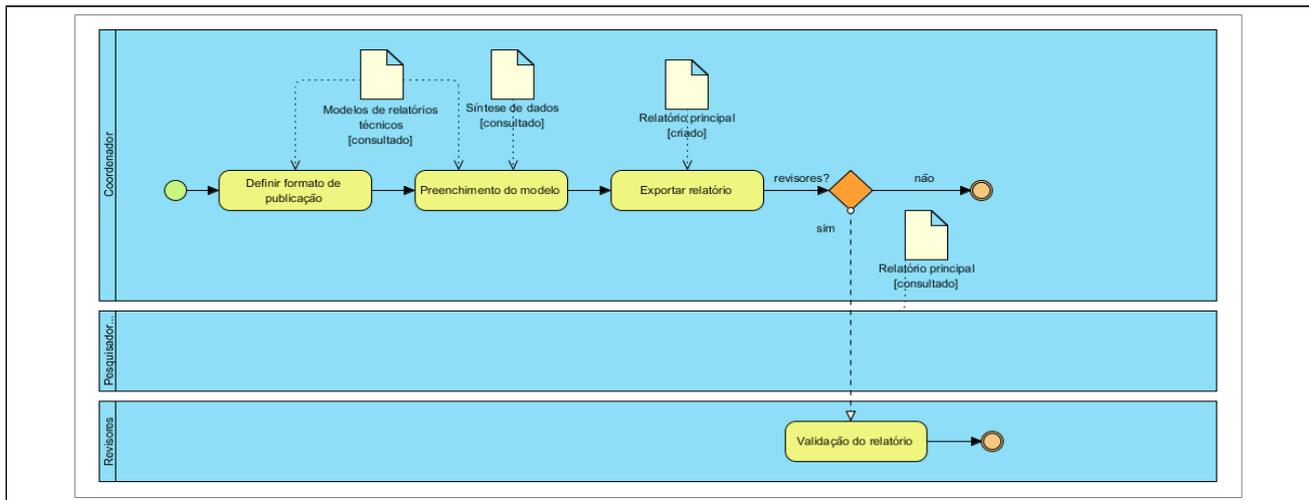


Figura 11. Fase 3: Análise dos Resultados

Após a formatação, os revisores independentes (se presentes) devem **validar o relatório**, realizando comentários de modo semelhante ao que é proposto para o planejamento da revisão, na seção 4.1.1. De acordo com a escolha do coordenador da pesquisa, listas de modelo para avaliação da qualidade de estudos secundários em ES (DYBÅ E DINGSØYR, 2008) podem ser utilizadas como apoio a este estágio, assim como uma metodologia eficiente de comunicação entre os *stakeholders*, já mencionada anteriormente.

Tendo o relatório finalizado e aprovado por seus revisores, a revisão sistemática é dada como concluída. Apesar disto seus dados, assim como os artefatos gerados durante o processo, devem estar disponíveis para avaliação futura, atuando como mecanismo que assegura a aplicação da metodologia e ampara a qualidade do estudo, além de servir de fundamento para novas revisões.

3 CONTRIBUIÇÃO E AUTOMATIZAÇÃO

A partir da modelagem da abordagem proposta é possível identificar as contribuições desejáveis em uma ferramenta de apoio ao processo de condução de revisões sistemáticas. Considera-se neste contexto, contribuição efetiva de uma abordagem a aplicação de uma funcionalidade computacional que atenda a uma das atividades discretas documentadas na seção anterior. Estas contribuições visam atender integralmente as fases e estágios do processo de condução de revisões sistemáticas descrito por Kitchenham (2004).

Além destas contribuições, uma série de atividades presentes no processo podem ser automatizadas através de métodos e técnicas descritas na na seções de Fundamentação Teórica (capítulo 2) e de Estado da Arte (capítulo 3). A automatização minimiza a intervenção humana através de técnicas computadorizadas, contribuindo com a redução de esforço e conseqüente incremento de produtividade do processo. Apesar disto, é preciso garantir que a automatização das atividades não cause impactos negativos na qualidade do processo.

O Quadro 1 lista as contribuições e automatizações propostas como componentes da abordagem automatizada através de uma ferramenta computacional, distribuídas em cada fase e estágio específico do processo.

Quadro 1. Contribuições e Automatização da Abordagem

1 Planejamento da Revisão

1.1 Identificação da Necessidade de uma Revisão

1.1.a Contribuição: a consulta a um repositório de conhecimento em engenharia de software experimental, como o concebido por Lopes e Travassos (2008).

1.2 Comissionamento da Revisão

1.2.a Contribuição: gestão dos *stakeholders* que participarão do processo, segundo estratégias de comunicação (BAKER *et al.*, 2010).

1.3 Especificar Questões de Pesquisa

1.3.a Contribuição: permitir o endereçamento dos cinco componentes do método PICOC: população, intervenção, comparação, resultados e contexto.

1.3.b Automatização: geração de uma *string* de busca automaticamente através da concatenação dos termos propostos para cada componente.

1.4 Desenvolver Protocolo da Revisão

1.4.a Contribuição: documentação dos elementos de protocolo da RSL em um artefato computacional.

1.4.b Automatização: exportação de um documento de protocolo ou plano da revisão, em formato *rich text*, contendo todos os elementos da revisão e informações adicionais de planejamento (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007).

1.4.c Contribuição: gestão dos critérios de inclusão e de exclusão dos estudos e metadados em uma estrutura de dados específica que possa ser integrada as tarefas posteriores do processo.

1.4.d Contribuição: gestão do cronograma do projeto (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007; BAKER *et al.*, 2010).

1.4.e Automatização: alertas de atividades agendadas em cronograma aos pesquisadores envolvidos.

1.4.f Contribuição: utilização de guias de apoio ao processo, como o de Kitchenham e Charters (2007), ou de *templates* de protocolo, como o desenvolvido por Biolchini et al. (2005).

1.5 Validar Protocolo da Revisão

1.5.a Contribuições: inclusão de comentários dos revisores no artefato de protocolo.

2 Execução da Revisão

2.1 Identificação da Pesquisa

2.1.a Gerando uma Estratégia de Busca

2.1.a.a Contribuição: formulação e manutenção de *strings* de busca específicas para cada base de pesquisa.

2.1.a.b Automatização: geração de *strings* automaticamente para as bases de dados relevantes para a engenharia de software, identificadas por Brereton *et al.* (2007).

2.1.b. Vieses de Publicação

2.1.b.a Contribuição: cadastro de estudos primários conhecidos para comparação.

2.1.b.b Automatização: sugestão de novos termos para a composição da *string* de busca a partir da aplicação de técnicas de mineração de texto sobre os estudos conhecidos (ANANIADOU *et al.*, 2009).

2.1.b.c Contribuição/Automatização: realização de buscas preliminares nos mecanismos conhecidos para verificar o volume e a exatidão dos estudos identificados.

2.1.b.d Automatização: identificação dos estudos de comparação durante as buscas preliminares.

2.1.b.e Contribuição: facilitar a comunicação entre os *stakeholders*, a fim de solucionar dúvidas e divergências a respeito de alterações da *string* e/ou métodos de busca.

2.1.c Gerenciamento de Bibliografia e Obtenção de Documentos

2.1.c.a Contribuição: gestão de referências dos estudos primários identificados.

2.1.c.b Automatização: importação de referências através de formatos comuns, como BibTex.

2.1.c.c Automatização: integração com APIs de bases de busca eletrônicas de pesquisa em engenharia de software que possuam rotinas para coleta de referências.

2.1.d Documentar a Pesquisa

2.1.d.a Contribuição: documentação do processo de busca, contemplando informações das bases de pesquisa (KITCHENHAM; 2004).

2.2 Seleção dos Estudos Primários

2.2.a Contribuição: classificação dos estudos presentes na documentação do processo de busca a partir dos critérios de inclusão e exclusão dos estudos definidos no protocolo da revisão.

2.2.b Contribuição: gestão das divergências de classificação entre os pesquisadores.

2.2.c Automatização: alertas aos revisores quando da ocorrência de divergências.

2.2.d Automatização: aplicação de coeficientes estatísticos, como o método Cohen Kappa (COHEN, 1968 *apud* KITCHENHAM; CHARTERS, 2007) para auxiliar na resolução de divergências.

2.2.e Contribuição: a realização de testes de confiabilidade entre avaliadores (KHAN; NIAZI; AHMADD, 2011) para garantia da qualidade na seleção dos estudos.

2.3 Avaliação da Qualidade dos Estudos

2.3.a Contribuição: desenvolvimento e aplicação de listas de avaliação da qualidade dos estudos.

2.3.b Automatização: seleção dos estudos a partir dos critérios de qualidade aplicados.

2.3.c Contribuição: consulta a procedimentos de apoio a avaliação, como o CRD Guidelines (KHAN *et al.*, 2001) e o Cochrane Reviewers' Handbook (ALDERSON; GREEN; HIGGINS, 2004).

2.3.d Contribuição: utilização de modelos de listas de avaliação para estudos em engenharia de software (DYBÅ E DINGSØYR, 2008).

2.4 Extração e Monitoramento dos Dados

2.4.a Contribuição: armazenamento de formulários de extração de dados.

2.4.b Automatização: geração automatizada dos formulários de extração de dados a partir dos metadados definidos no protocolo da revisão.

2.4.c Contribuição: registro de dados e metadados específicos de cada estudo selecionado, segundo proposto no protocolo da revisão.

2.4.d Automatização: extração automática dos dados de referência dos estudos: título, autores, revista ou periódico, detalhes de publicação (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007).

2.5 Síntese dos Dados

2.5.a Contribuição: tabulação simples dos dados numéricos extraídos do estudo.

2.5.b Automatização: cálculo de médias ponderadas através da aplicação de métodos estatísticos de efeitos aleatórios ou fixos (PAI, 2004).

2.5.c Contribuição: sumarização dos dados extraídos em forma de gráficos.

2.5.d Automatização: geração de representações gráficas dos resultados quantitativos em *forest plots* e/ou outros formatos adequados (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007).

2.5.e Contribuição: incrementar a síntese dos dados através da seleção de sentenças proeminentes.

2.5.f Automatização: obtenção das sentenças através de técnicas de mineração de texto para fornecer um resumo informativo do estudo (FELIZARDO *et al.*, 2009).

3 Análise de Resultados

3.1 Especificar Mecanismos de Disseminação

3.1.a Contribuição: definir o formato de publicação.

3.1.b Automatização: modelos para geração automática de relatórios.

3.1.c Contribuição: registro da pesquisa em um repositório de conhecimento em engenharia de software experimental, conforme proposto por Lopes e Travassos (2008).

3.2 Formatar o Relatório Principal

3.2.a Contribuição: documentação das seções específicas do relatório da RSL em um artefato computacional.

3.2.b Automatização: exportação do relatório da revisão em formato *rich text* contendo os elementos preenchidos na abordagem combinado ao modelo especificado no estágio 3.1.

3.3 Validar o Relatório

3.3.a Contribuições: inclusão de comentários dos revisores no artefato de relatório.

3.3.b Contribuição: utilização de listas modelo para avaliação da qualidade de estudos secundários em ES (DYBÅ E DINGSØYR, 2008)

3.3.c Contribuição: submissão do relatório a um repositório de conhecimento em engenharia de software experimental, como o concebido por Lopes e Travassos (2008).

4 A FERRAMENTA

A implementação dos recursos que compõem o modelo proposto deu origem a ferramenta computacional ARS – Automatização de Revisões Sistemáticas¹, uma abordagem automatizada de apoio ao processo de RSL a pesquisadores na área de engenharia de software. A ferramenta baseia-se no modelo de processo proposto por Kitchenham e Charters (2007), permitindo a condução deste de acordo com BPMN definido na Seção 2, além de contempla uma série de contribuições e automatizações do processo, conforme a Seção 3 deste relatório.

Para o desenvolvimento da abordagem automatizada foram utilizadas diversas tecnologias: (i) a implementação foi realizada em PHP com a adoção do *framework* Symfony 1.4; (ii) os dados foram mantidos em uma estrutura PostgreSQL; (iii) os estudos coletados são gerenciados e indexados pelo servidor de busca Apache Solr; e (iv) a integração com as bases de pesquisa é feita através de APIs específicas e mecanismos de *web crawling* com o apoio do *framework* Gearman para a execução de tarefas em paralelo.

As tecnologias foram selecionadas a fim de atender os seguintes critérios: (i) o suporte a todas as fases e estágios do processo; (ii) a redução de esforço na automatização de buscas e outras tarefas exaustivas; (iii) a participação de diversos pesquisadores (revisores e mediadores) na condução do processo; e (vi) a disponibilidade da ferramenta à comunidade de pesquisa.

Com base no modelo de processo proposto na Seção 2, a ferramenta permite, inicialmente, a gestão de usuários que possam participar como pesquisadores na condução de revisões sistemáticas, assim como na gestão das mesmas. Através de um *login* individual, o usuário tem acesso a ferramenta ARS e aos processos de RSL que participa, conforme ilustrado na Figura 12.

¹ disponível em <http://ars.enova.com.br>

ARS Início Revisões Sistemáticas Usuários Jefferson ▾

Revisões Sistemáticas em Andamento

Selecione a revisão sistemática para visualizar seu andamento:

Ações:
[nova revisão sistemática](#)
 Pesquisar

ID	Título	Papel	Criado em:	Ações
RSL22	Seis anos de Revisões Sistemáticas da Literatura em Engenharia de Software: um Estudo Terciário	Coordenador	13/05/13 por Jefferson	
RSL19	Usabilidade no Brasil	Pesquisador	19/04/13 por Fabiane	

2 resultados

ARS · Automação de Revisões Sistemáticas · [Privacidade](#) · [Termos de Uso](#) Desenvolvido por [Jefferson Seide Molléri](#)

Figura 12. Listagem de Revisões Sistemáticas em Andamento

A partir do acesso ao processo de revisão sistemática, o usuário pode acompanhar as três fases do processo, com suas etapas distintas enumeradas no menu superior. Cada etapa concluída é marcada como tal, permitindo que os revisores tenham uma noção do progresso na metodologia. Materiais de apoio dispostos no topo de cada interface fornecem diretrizes para a execução da atividades relacionadas.

4.1 FASE 1: PLANEJAMENTO DA REVISÃO

A primeira etapa, ilustrada na Figura 13, identifica a necessidade da revisão através da consulta por estudos semelhantes no repositório da própria ferramenta, assim como no mecanismo de busca por literatura acadêmica Google Acadêmico. A abordagem permite ainda a análise destes estudos pelo critérios de avaliação do CRD Database of Abstracts of Reviews of Effects (KHAN *et al.*, 2001), garantindo a individualidade do estudo proposto.

ARS Início Revisões Sistemáticas Usuários Jefferson ▾

RSL22. Seis anos de Revisões Sistemáti...

Planejamento ▾ Execução ▾ Análise dos Resultados ▾

Material de Apoio ▾

- Infra-estrutura Conceitual para Ambientes de Experimentação em Engenharia de Software - Lopes e Travassos, 2008
- Database of Abstracts of Reviews of Effects (DARE)

Identificação da Necessidade da Revisão

Antes de empreender uma revisão sistemática, faz-se necessária a consulta a um repositório de conhecimento para garantir a individualidade do estudo proposto.

Utilize o campo abaixo para realizar a busca no repositório público da ferramenta ARS e outros estudos publicados:

Foco da Pesquisa:

Tipo de Estudo:

Analisando as Revisões Sistemáticas Existentes

Para analisar se as revisões sistemáticas existentes são suficientes, faz-se uso de critérios de avaliação como o CRD [DARE](#) (veja material de apoio). Para tanto, responda as questões abaixo:

- Os critérios para seleção dos estudos foram descritos e são adequados?
- A busca bibliográfica provavelmente cobriu todos os estudos relevantes?
- Os revisores avaliaram a qualidade/validade dos estudos incluídos?
- Os dados básicos/estudos foram descrito adequadamente?

ou

Figura 13. Identificação da Necessidade da Revisão

O comissionamento da revisão permite gerenciar o grupo de pesquisadores e suas atribuições: (i) o coordenador da pesquisa é responsável por criar e gerenciar a revisão sistemática na ferramenta; (ii) os pesquisadores conduzirão o processo de acordo com a orientação do coordenador; (iii) os mediadores agem como especialistas, resolvendo divergências e avaliando o processo; e (iv) interessados podem acompanhar o processo sem atuar em suas atividades. Assim que definidas as atribuições, o sistema envia mensagens eletrônicas de convite e posteriormente alerta os o grupo sobre as definições e alterações no cronograma da pesquisa. A interface para comissionamento pode ser verificada na Figura 14.

ARS Início Revisões Sistemáticas Usuários Jefferson ▾

RSL22. Seis anos de Revisões Sistemá...

[Planejamento ▾](#)
[Execução ▾](#)
[Análise dos Resultados ▾](#)

Comissionamento da Revisão

Caso a revisão sistemática seja conduzida por um grupo, gerencie os integrantes abaixo, atribuindo a cada qual o papel adequado na condução do processo:

Nome	E-mail	Papel	
Incluir integrante: <input style="width: 150px;" type="text"/>		Pesquisador ▾	<input type="button" value="➕ adicionar"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Convidado	jefferson.moller@univali.br	Pesquisador	
<input checked="" type="checkbox"/> Fabiane	fabiane.benitti@univali.br	Mediador/Revisor	
<input checked="" type="checkbox"/> Jefferson	servexo@gmail.com	Coordenador	

ou

Figura 14. Especificação da Questão de Pesquisa

Embora, durante a criação da revisão na ferramenta, tenham sido definidos a questão de pesquisa, é possível também o endereçamento de seus cinco componentes (população, intervenção, comparação, resultados e contexto) através do acrônimo PICOC (PETTICREW; ROBERTS, 2006) que fundamentarão a *string* de busca. É possível gerir estes dados durante a especificação da questão de pesquisa, conforme a Figura 15.

The screenshot shows the ARS web interface. At the top, there is a navigation bar with 'ARS', 'Início', 'Revisões Sistemáticas', 'Usuários', and 'Jefferson'. Below this is a header for 'RSL22. Seis anos de Revisões Sistemá...' with a 'Material de Apoio' button. The main section is titled 'Especificar Questões de Pesquisa'. Underneath, it says 'Questão de pesquisa:' followed by a horizontal line. A paragraph explains that the specification follows the PICOC acronym. Below this are five input fields: 'População: revisões sistemáticas', 'Intervenção: publicadas entre 2004 e 2009', 'Comparação: quantidade de publicações, tópicos de pesquisa, pesquisadores e organizações', 'Resultados: aumento de qualidade, limitações das RSLs', and 'Contexto: Engenharia de software'. At the bottom, there are three buttons: '✓ Salvar', '☑ Salvar e concluir', and 'ou Cancelar'.

Figura 15. Especificação da Questão de Pesquisa

Posteriormente, segue-se o protocolo da revisão, que documenta o planejamento em seções específicas, conforme as Figura 16 e Figura 17: (i) primeiramente, o objetivo e a questão de pesquisa definidos anteriormente podem ser revisados; (ii) concatenando os componentes da questão de pesquisa, a ferramenta gera automaticamente a *string* de busca; (iii) critérios para inclusão e exclusão dos estudos são registrados, e a estratégia para a resolução de divergências entre os pesquisadores é definida; (iv) o processo de pesquisa e seus vários componentes são documentado em formato *rich text*; (v) conjuntos de dados a serem extraídos são registrados também, assim como os valores possíveis para cada qual; (vi) fontes de pesquisa integradas a ferramenta ARS podem ser selecionados, assim como fontes de pesquisa manual podem ser incluídas individualmente; e (vii) ao fim do protocolo, o cronograma de pesquisa é construído com os pesquisadores responsáveis.

- [Sobre a Revisão](#) >
- [Questão de Pesquisa](#) >
- [Critérios de Seleção](#) >
- [Estratégia de Seleção](#) >
- [Processo de Pesquisa](#) >
- [Síntese dos Dados](#) >
- [Fontes de Pesquisa](#) >
- [Cronograma de Pesquisa](#) >
- Download do Protocolo (.docx)

Protocolo da Revisão

O desenvolvimento do protocolo de revisão envolve a documentação dos elementos da RSL e algumas informações de planejamento adicionais:

Sobre a revisão:

Objetivo: A Parágrafo **Negrito** *Itálico* Sublinhado ☰ ☱ ☲ ☳ 📎 🖨

RQ1: Quantas RSLs foram publicadas entre 1º de janeiro de 2004 e 31 de dezembro de 2009?
 RQ1.1: Quantas RSLs foram publicadas entre 1º de janeiro de 2004 e 30 de junho de 2008?

Sobre a questão de pesquisa:

População:

Intervenção:

Comparação:

Resultados:

Contexto:

String de busca:

Critérios de seleção dos estudos:

I/E	Nome	Ações
Inclusão	<input type="text"/>	➕ Adicionar
● Inclusão	artigo apresenta uma revisão sistemática	
● Exclusão	artigo não é uma revisão sistemática	
● Exclusão	artigo/RSL duplicado	

Figura 16. Protocolo da Revisão, parte 1

Cada uma destas seções é implementada na interface através de um elemento que possa ser consultado posteriormente, e constituem os atributos da classe protocolo da revisão. Os critérios de seleção dos estudos, as fontes eletrônicas de pesquisa, os metadados a serem extraídos e o cronograma são registrados individualmente em uma estrutura de classe adequada, com atributos e funções próprias de cada qual.

- [Sobre a Revisão](#) >
- [Questão de Pesquisa](#) >
- [Critérios de Seleção](#) >
- [Estratégia de Seleção](#) >
- [Processo de Pesquisa](#) >
- [Síntese dos Dados](#) >
- [Fontes de Pesquisa](#) >
- [Cronograma de Pesquisa](#) >
- Download do Protocolo (.docx)

Protocolo da Revisão

Processo de pesquisa:

Metodologia: A Parágrafo **Negrito** *Itálico* Sublinhado [Bulleted List] [Numbered List] [Text Color] [Text Background Color]

Síntese dos dados:

Metadado*	Tipo*	Valores	Ações
<input style="width: 90%;" type="text"/>	Texto	<input style="width: 80%;" type="text"/>	+ Adicionar
Ano de publicação	Número		
Índice de qualidade do estudo	Número		
Tipo de revisão	Categorias	RSL, meta-análise, mapeamento sistemático	

Fontes de pesquisa:

- ACM Digital Library
- Citeseer library
- EI Compendex
- Elsevier
- Google Acadêmico
- IEEEExplore Digital Library
- ScienceDirect
- Springer
- The Institution of Engineering and Technology

Outras fontes:

Nome*	URL*	Ações
<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 80%;" type="text"/>	+ Adicionar
<input checked="" type="checkbox"/> ISI Web Of Science	http://www.webofknowledge.com/	
<input checked="" type="checkbox"/> Scopus	www.scopus.com/scopus	

Cronograma de pesquisa:

Nome	Data	Responsável
1 - Planejamento da Revisão		
1.1 - Identificação da Necessidade de uma Revisão	13/05/2013	Jefferson
1.2 - Comissionamento da Revisão	20/05/2013	Jefferson
1.3 - Especificar Questões de Pesquisa	20/05/2013	Jefferson
1.4 - Desenvolver Protocolo da Revisão	13/05/2013	Jefferson
1.5 - Validar Protocolo da Revisão	<input style="width: 80%;" type="text"/>	- selecionar -

Figura 17. Protocolo da Revisão, parte 2

O protocolo ou plano da revisão é então enviado aos mediadores para que façam suas considerações. Estes comentários são documentados individualmente na seção de planejamento correspondente, e exibidas em um modelo de protocolo apresentado pela interface, conforme ilustra a Figura 18. A ferramenta ARS exporta ainda o protocolo na forma de um documento texto (.docx) contendo todas as informações preenchidas pelos pesquisadores.

Protocolo da Revisão

Seis anos de Revisões Sistemáticas da Literatura em Engenharia de Software: um Estudo Terciário

Jefferson, Convidado, Fabiane

Objeto do Estudo [comentar](#)

RQ1: Quantas RSLs foram publicadas entre 1º de janeiro de 2004 e 31 de dezembro de 2009?
RQ1.1: Quantas RSLs foram publicadas entre 1º de janeiro de 2004 e 30 de junho de 2008?
RQ1.2: Quantas RSLs foram publicadas entre 1º de julho de 2008 e 31 de dezembro de 2009?
RQ2: Quais temas de pesquisa estão sendo tratados?
RQ3: Que pessoas e organizações são mais ativas em pesquisas baseadas em RSL?
RQ4: As limitações da RSLs observada nos estudos anteriores, ainda constituem um problema?
RQ5: A qualidade das RSLs está melhorando?

Este protocolo foi desenvolvido de acordo com as orientações para a realização de revisões sistemáticas da literatura em Engenharia de Software de Kitchenham (2007).

Questões de Pesquisa [comentar](#)

As questões de pesquisa a serem abordadas por este estudo são:

- **População:** revisões sistemáticas
- **Intervenção:** publicadas entre 2004 e 2009
- **Comparação:** quantidade de publicações, tópicos de pesquisa, pesquisadores e organizações
- **Resultados:** aumento de qualidade, limitações das RSLs
- **Contexto:** Engenharia de software

Processo de Busca [comentar](#)

O processo de busca incluiu pesquisas manual e automatizada em fontes de pesquisa mostradas na tabela a seguir.

Fontes de Pesquisa

Fonte	Responsável
ACM Digital Library	
Citeseer library	
IEEEExplore Digital Library	
ScienceDirect	

Critérios de Inclusão [comentar](#)

Artigos nos seguintes tópicos de pesquisa serão incluídos:

- artigo apresenta uma revisão sistemática

Critérios de Exclusão [comentar](#)

Figura 18. Validação do Protocolo da Revisão

4.1.1 Fase de Execução

Após a exportação e mediação do protocolo, segue-se a fase de execução, que envolve cinco estágios distintos. A **identificação da pesquisa**, detalhada na Figura 8, compreende a gestão de bibliografia dos estudos primários em forma de listas de referências. Para tanto, são apresentadas três opções: (i) a inclusão manual dos estudos; (ii) importação de estudos primários através de um arquivo de referência BibTex; e (iii) a coleta automatizada de estudos através de *Application Programming Interfaces* (API, Interfaces de Programação de Aplicativos) de bases de busca eletrônicas conhecidas. Atualmente a ferramenta conecta-se automaticamente as bases de dados ACM Digital, IEEE e IET, e planeja-se a integração futura com outras três bases CiteSeer, Elsevier e Springer.

RSL22. Seis anos de Revisões Sistemáti...

Material de Apoio ▾

Planejamento da Revisão ▾
Execução da Revisão ▾
Análise dos Resultados ▾

Identificação da Pesquisa

Este estágio compreende a gestão de bibliografia dos estudos primários em forma de listas de referências. Para tanto, utilize as opções abaixo:

Estudos Incluídos

[Novo estudo](#)
[Importar BibTex](#)
[Bases Automatizadas ▾](#)

Título	Ações
1995 Young Woman <i>Engineer</i> of the Year	
26th International Conference on Software <i>Engineering</i> - Workshop "8th International Conference on Empirical Assess...	
35 years on: to what extent has software <i>engineering</i> design achieved its goals?	
A beginner's guide to <i>engineering</i> safety management	

300 estudos cadastrados

1

2

3

4

5

>

>>

✓ Salvar

Salvar e concluir

ou [Cancelar](#)

ARS · Automação de Revisões Sistemáticas · [Privacidade](#) · [Termos de Uso](#)
Desenvolvido por [Jefferson Seide Molléri](#)

Figura 19. Identificação da Pesquisa

A classificação dos estudos contidos nas listas de referência a partir dos critérios de inclusão e exclusão definidos no protocolo da revisão é realizada no estágio de **seleção dos estudos primários**, conforme a Figura 9. Caso diferentes pesquisadores classifiquem um mesmo estudo de forma divergente, é possível encaminhar uma solicitação de mediação para o coordenador da pesquisa ou a um dos revisores/mediadores definidos na etapa de comissionamento.

RSL22. Seis anos de Revisões Sistemáti...

[Planejamento da Revisão](#) ▾
 [Execução da Revisão](#) ▾
 [Análise dos Resultados](#) ▾

Material de Apoio ▾

Seleção dos Estudos Primários

A seleção dos estudos primários inclui a classificação dos estudos presentes na documentação do processo de busca a partir dos critérios de inclusão e exclusão dos estudos definidos no protocolo da revisão.

Título	Qualidade	Seleção
1995 Young Woman <i>Engineer of the Year</i>		Selecione ▾
26th International Conference on Software <i>Engineering - Workshop "8th International Conference on Empirical Assess...</i>		Selecione ▾
35 years on: to what extent has software <i>engineering design</i> achieved its goals?		Selecione ▾
A beginner's guide to <i>engineering safety management</i>		Selecione ▾

300 estudos cadastrados

1
2
3
4
5
>
»

Salvar

Salvar e concluir
ou
Cancelar

ARS · Automação de Revisões Sistemáticas · [Privacidade](#) · [Termos de Uso](#)
Desenvolvido por [Jefferson Seide Molléri](#)

Figura 20. Seleção dos Estudos Primários

Posteriormente utiliza-se uma lista com critérios de avaliação que devem ser respondidos, conforme Figura 10. Desta forma, o estudo que obtiver uma quantidade maior de respostas verdadeiras, é mais significativo frente a questão de pesquisa. O estágio de **avaliação de qualidade dos estudos** permite a criação ou seleção de listas de avaliação de qualidade pré-definidas, além do preenchimento dos critérios que apresentam uma pontuação na listagem dos estudos, ilustrado na Figura 11.

Avaliação de Qualidade dos Estudos

Is the analysis process description complete?

Is it clear what projects were used to construct each model?

Is it clear how accuracy was measured?

Is it clear what cross-validation method was used?

Were all model construction methods fully defined (tools and methods used)?

How good was the study comparison method?

ou

Figura 21. Avaliação da Qualidade dos Estudos

Avaliação de Qualidade dos Estudos

Permite a utilização de uma lista com critérios de avaliação que devem ser respondidos, preferencialmente por valores booleanos. Desta forma, o estudo que obtiver uma quantidade maior de respostas verdadeiras, é mais significante frente a questão de pesquisa.

Classifique os estudos abaixo a partir da lista de avaliação selecionada:

Avaliação de Qualidade por Kitchenham et. at. (2007)
 Os critérios para determinar a qualidade dos estudos primários incluídos utilizam seis perguntas (em inglês) de alto nível. A pontuação geral de qualidade para um estudo varia de 0 a 6, representando uma qualidade pobre a excelente. Extraído de: Kitchenham, B., Mendes, E., Travassos, G.H. (2007) A Systematic Review of Cross- vs. Within-Company Cost Estimation Studies, IEEE Trans on SE, 33 (5), pp 316-329.

Título	Pontuação	Ações
An analysis of research topics in software engineering – 2006 http://www.sciencedirect.com/science/article/pi...	1.5	
Knowledge management in software engineering: A systematic review of studied concepts, findings and research methods used http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1405310	4	
Motivation in Software Engineering: A systematic literature review http://www.sciencedirect.com/science/article/pi...	4	

3 estudos selecionados

ou

AÇÕES

FILTRAR

estudos não avaliados

estudos já avaliados

todos os estudos

Figura 22. Estudos avaliados conforme os critérios de qualidade

O estágio de **extração de dados** envolve o registro de dados específicos de cada estudo que possam ser utilizados para síntese e nos resultados da revisão, conforme a Figura 12. A ferramenta apresenta formulários de extração de dados a partir dos metadados detalhados no desenvolvimento do protocolo da revisão, validando o formato conforme tipo definido anteriormente.

Metadado	Valor
Ano de publicação	<input type="text"/>
Índice de qualidade do estudo	<input type="text"/>
Tipo de revisão	RSL
Escopo da revisão	questão técnica
Área de estudo	<input type="text"/>
Citou artigos em EBSE	sim
Citou diretrizes de apoio	sim
Quantidade de estudos analisados pela RSL	<input type="text"/>

✓ Salvar ou Cancelar

Figura 23. Extração dos Dados

Finalmente, a **síntese dos dados** contempla a sumarização dos dados extraídos na etapa anterior em forma de uma tabulação simples dos dados que demonstre de forma mais natural os resultados dos estudos primários, conforme a Figura 13. É prevista ainda a criação de tabelas e gráficos específicos para demonstrar ou comparar determinado metadado.

Síntese dos Dados

Contempla a sumarização dos dados extraídos na etapa anterior em forma de tabelas e gráficos que possam demonstrar de forma mais natural os resultados dos estudos primários.

Título	Ano de publicação	Índice de qualidade do estudo	Tipo de revisão	Escopo da revisão	Área de estudo	Citou artigos em EBSE	Citou diretrizes de apoio	Quantidade de estudos analisados pela RSL	Incluiu orientações de profissionais	Tipo de Artigo
An analysis of research topics in software engineering – 2006 http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/...	2008	1.5	mapeamento sistemático		Research Topics in Software	não	não	691	não	
Knowledge management in software engineering: A systematic review of studied concepts, findings and research methods used http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1405310	2008	4			Knowledge Management			68		
Motivation in Software Engineering: A systematic literature review http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/...	2008	4		método de pesquisa em ES	Human Aspects	não		92	não	

3 estudos selecionados

ou [Cancelar](#)

Figura 24. Síntese dos Dados

4.1.2 Fase de Análise de Resultados

A última fase envolve é composta por três estágios, sendo o primeiro **a especificação de mecanismos de disseminação**, onde recomendações para comunicar os resultados da revisão e as estratégias de disseminação definidas no protocolo da revisão são apresentadas. O pesquisador deve então selecionar os formatos de disseminação (como artigo ou relatório técnico, e compartilhando a pesquisa na base de conhecimento da ferramenta) adequados a revisão sistemática, conforme Figura 14.

RSL22. Seis anos de Revisões Sistemáti...

[Planejamento da Revisão](#) ▾
 [Execução da Revisão](#) ▾
 [Análise dos Resultados](#) ▾
 Material de Apoio ▾

Especificar Mecanismos de Disseminação

É importante comunicar os resultados de uma revisão sistemática de forma eficaz. Para tanto recomenda-se seguir as estratégias de disseminação definidas no protocolo da revisão:

A publicação do relatório se dará na forma de:

- Artigo para periódicos e conferências (formato IEEE)
- Relatório Técnico
- Repositório de conhecimento da ferramenta ARS

ou [Cancelar](#)

Figura 25. Especificação dos Mecanismos de Disseminação

Então é apresentado o formulário para **formatação do relatório principal** da pesquisa, demonstrado na Figura 14, que registra os resultados, discussões e conclusões obtidos com a pesquisa em formato *richt text*. A partir do preenchimento destas informações, a ferramenta gera um documento texto (.docx) conforme o formato de publicação selecionado no estágio anterior.

RSL22. Seis anos de Revisões Sistemáticas d...

Planejamento da Revisão ▾ Execução da Revisão ▾ Análise dos Resultados ▾

Material de Apoio ▾

Formatar o Relatório Principal

A respeito dos estudos:

Síntese dos dados: A Normal text ▾ Bold Italic Underline [List Icons] [Link Icon] [Image Icon]

Descrição dos estudos: A Normal text ▾ Bold Italic Underline [List Icons] [Link Icon] [Image Icon]

Meta-síntese: A Normal text ▾ Bold Italic Underline [List Icons] [Link Icon] [Image Icon]

Figura 26. Formatação do Relatório Principal

Finalmente, o relatório deve ser enviado aos revisores/mediadores para que façam a **validação o relatório da revisão**, conforme Figura 15. Este estágio segue diretrizes semelhantes a validação do protocolo, onde comentários são documentados individualmente na seção do relatório correspondente e exibidos em um modelo de relatório, ilustrado pela Figura 15.

Relatório da Revisão

Seis anos de Revisões Sistemáticas da Literatura em Engenharia de Software: um Estudo Terciário

Jefferson, Fabiane

Resumo [comentar](#)

Contexto: The importance of the research questions addressed by the review.

Objetivos: The questions addressed by the systematic review.

Métodos: Data Sources, Study selection, Quality Assessment and Data extraction.

Resultados: Main finding including any meta-analysis results and sensitivity analyses.

Conclusões: Implications for practice and future research.

Objeto do Estudo [comentar](#)

RQ1: Quantas RSLs foram publicadas entre 1º de janeiro de 2004 e 31 de dezembro de 2009?

RQ1.1: Quantas RSLs foram publicadas entre 1º de janeiro de 2004 e 30 de junho de 2008?

RQ1.2: Quantas RSLs foram publicadas entre 1º de julho de 2008 e 31 de dezembro de 2009?

RQ2: Quais temas de pesquisa estão sendo tratados?

RQ3: Que pessoas e organizações são mais ativos em pesquisas baseadas em RSL?

RQ4: As limitações da RSLs observada nos estudos anteriores, ainda constituem um problema?

RQ5: A qualidade das RSLs está melhorando?

Este relatório foi desenvolvido de acordo com as orientações para a realização ou comissionamento de revisões sistemática da literatura sobre eficácia de Khan *et al.* (2001).

Questões de Pesquisa [comentar](#)

Figura 27. Validação do Relatório da Revisão

Depois que o relatório é aprovado pelos moderadores, a revisão sistemática é dada como concluída. Apesar disso, seus dados permanecem disponíveis na ferramenta para consulta futura.

5 CONCLUSÕES

Este relatório técnico apresenta um modelo de negócios que apoia o processo automatizado de condução de RSL, incluindo todas as fases e etapas do processo, e suportando na execução adequada da sua metodologia. Contribuições identificadas em um trabalho anterior (MOLLERI, BENITTI, 2012), foram relacionadas às fases específicas do modelo, formando uma base para o desenvolvimento de uma ferramenta computacional de apoio ao processo.

Apresenta também a implementação dos recursos que compõem a fase de Planejamento da Revisão no modelo proposto, que contempla todos os estágios desta fase específica, almejando a redução de esforço pela automatização das tarefas mais exaustivas, e a participação de diversos pesquisadores (revisores e mediadores). A ferramenta é disponibilizada à comunidade de pesquisa em engenharia de software através de uma interface web (<http://ars.enova.com.br>).

Este relatório deve ser incrementado em versões posteriores com a descrição das fases de Execução e Análise de Resultados na ferramenta ARS. Propõe-se ainda o planejamento e avaliação da abordagem em critérios de qualidade e produtividade do processo de condução de revisões sistemáticas. Como trabalho futuro, a disponibilização da ferramenta e sua documentação em um repositório *open source* que permita a colaboração, revisão e manutenção da ferramenta pela própria comunidade de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALDERSON P.; GREEN S.; HIGGINS J. P. T.; editors. **Cochrane Reviewers' Handbook 4.2.2** updated March 2004. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Inc; 2004.

ANANIADOU, S.; OKAZAKI, N.; PROCTER, R.; REA, B.; THOMAS, J. . Supporting Systematic Reviews using Text Mining. **Social Science Computer Review**, v. 27, n. 4, p. 509–523, Nov 2009.

BAKER, P. R.; FRANCIS D. P.; HALL B. J.; DOYLE J.; ARMSTRONG R. . Managing the production of a Cochrane systematic review. **Jornal of Public Health**, v. 32, n. 3, p. 448–450, Aug 2010.

BIOLCHINI, J.; MIAN, P. G.; NATALI, A. C. C.; TRAVASSOS, G. H. . **Systematic Review in Software Engineering**. Relatório Técnico ES-679/05, PESC – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <<http://alarcos.inf-cr.uclm.es/doc/MetoTecInf/Articulos/es67905.pdf>>. Acesso em: abr. 2011.

BIOLCHINI, J.; MIAN, P. G.; NATALI, A. C. C.; CONTE, T. U.; TRAVASSOS, G. H. . Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. **Advanced Engineering Informatics**, v. 21, n. 2, p. 133-151, Apr. 2007.

BRERETON, P.; KITCHENHAM, B. A.; BUDGEN, D.; TURNER, M; KHALIL, M. . Lessons from Applying the Systematic Literature Review Process within the Software Engineering Domain. **Journal of Systems and Software**, v. 80, n. 4, p. 571-583, Apr. 2007.

DYBÅ, T.; DINGSØYR, T. . Strength of evidence in systematic reviews in software engineering, In: ESEM '08 2008 ACM-IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON EMPIRICAL SOFTWARE ENGINEERING AND MEASUREMENT, 2008, Kaiserslautern, Germany. **Proceedings...** ACM New York, 2008. p. 178–187.

FELIZARDO, K. R.; ANDERY, G. F.; MALDONADO, J. C.; MINGHIM, R. . Uma Abordagem Visual para Auxiliar a Revisão da Seleção de Estudos Primários na revisão sistemática, In: VI EXPERIMENTAL SOFTWARE ENGINEERING LATIN AMERICAN WORKSHOP – ESELAW, 6., 2009, São Carlos. **Proceedings...** SBC, 2009, p. 83–133.

KHAN, K. S.; TER RIET, G.; GLANVILLE, J.; SOWDEN, A. J.; KLEIJNEN, J. . **Undertaking Systematic Review of Research on Effectiveness. CRD's Guidance for those Carrying Out or Commissioning Reviews**. 2.ed. CRD Report n.4. York: NHS Centre for Reviews and Dissemination, University of York, 2000.

KITCHENHAM, B. . **Procedures for Performing Systematic Reviews**. Joint Technical Report, Keele University, Department of Computer Science Keele University, United King and Empirical Software Engineering, National ICT Australia Ltd, Australia, Jul. 2004. Disponível em: <http://www.idi.ntnu.no/emner/empse/papers/kitchenham_2004.pdf>. Acesso em: abr. 2011.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. . **Guidelines for performing Systematic Literature reviews in Software Engineering**. EBSE Technical Report 2007-001, Keele University and

University of Durha, 2007. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.154.1446&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: jan. 2011.

LOPES, V. P.; TRAVASSOS, G. H. Infra-estrutura Conceitual para Ambientes de Experimentação em Engenharia de Software. In: EXPERIMENTAL SOFTWARE ENGINEERING LATIN AMERICAN WORKSHOP – ESELAW, 8, 2008, Salvador, **Proceedings...** SBC, 2008. p. 34-44.

MOLLÉRI, J. S., BENITTI, F. B. V., 2012. Automated Approaches to Support Secondary Study Processes: a Systematic Review. In: SEKE – INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING & KNOWLEDGE ENGINEERING, 24., 2012, San Francisco. **Proceedings...** KSI - Knowledge Systems Institute, 2012. p. 143-147.

OBJECT MANAGEMENT GROUP. **Business Process Model and Notation**. Disponível em: <<http://www.bpmn.org/>>. Acesso em: jun 2012.

PAI, M.; MCCULLOCH, M.; GORMAN, J. D.; PAI, N.; ENANORIA, W.; KENNEDY, G.; THARYAN, P.; COLFORD, J. M. . Systematic reviews and meta-analyses: an illustrated, step-by-step guide. **National Medical Journal of India**, New Delhi, v. 17, n. 2, p. 89-95, Mar-Apr. 2004.

PETTICREW, M.; ROBERTS, H. . **Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide**. 1 ed. Blackwell Publishing: Malden, MA, 2006.

TRAVASSOS, G. H.; SANTOS, P. S. M.; MIAN, P. G.; DIAS NETO A. C.; BIOLCHINI, J. A. . Environment to Support Large Scale Experimentation in Software Engineering. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING OF COMPLEX COMPUTER SYSTEMS - ICECCS, 13., 2008, Belfast. **Proceedings...** IEEE Computer Society, 2008. p. 193-202.

ZAMBONI, A.; THOMMAZO, A.; HERNANDES, E. C. M.; FABBRI, S. C. P. F. . StArt - Uma Ferramenta Computacional de Apoio à Revisão Sistemática. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOFTWARE: TEORIA E PRÁTICA – CBSOFT, 2010, Salvador. **Anais do Congresso Brasileiro de Software**. SBC, 2010. p. 1-6.